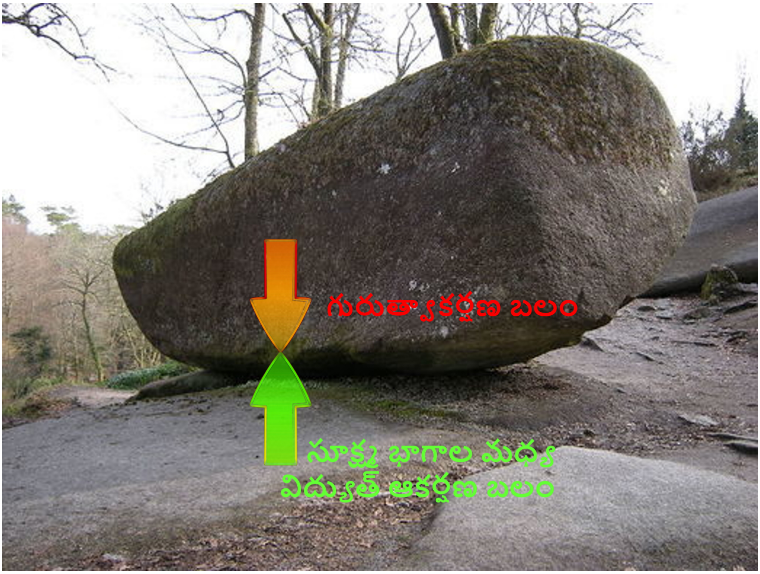
ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థాలు



ఊగే బండలు ప్రకృతిలో కనపడే అనేక విచిత్రాలలోకి వస్తాయి. వంద టన్నుల కంటే ఎక్కువ బరువున్న బండ కేవలం ఒక్క మనిషి తోస్తే కదులుతుంది. పరిశీలిస్తే అలాంటి బండ కింద ఉన్న బండని చిన్న ప్రదేశంలో అంటుకుని ఉంటుంది. పైన ఉన్న బండ భూమి వైపు కదలటం లేదు. కాబట్టి దానిమీద భూమి గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని ఇంకో బలం ఏదో ఎదుర్కొంటూ ఉండాలి. అది భూగోళం విషయంలో గుర్తించిన వికర్షణ బలం కాదు. కింది బండ లోని సూక్ష్మ భాగాల మధ్య ఉన్న ఆకర్షణ బలం. ఈ విధమైన ఆకర్షణ లేకపోతే కింద ఉన్న బండ విరిగి పొడెం అయిపోయేది.

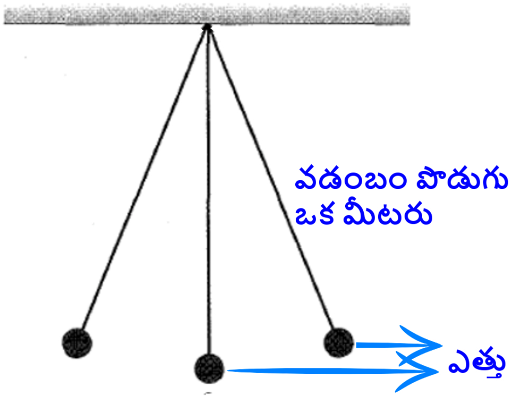
ఇంతకు ముందు వరకు సూక్ష్మ భాగం అన్నమాట ఒక గణిత ప్రక్రియలో భాగంగా వాడబడింది. నక్షత్రాలను, భూమిని సూక్ష్మ భాగాలుగా విడగొట్టినా కూడా ఆ సూక్ష్మ భాగాల లక్షణాల గురించి పట్టించుకోలేదు. ఇక ముందు ఘన, ద్రవ వాయు పదార్థాల సూక్ష్మ భాగాల లక్షణాలు చర్చించి వాటికి స్పష్టమైన పేర్లు గుర్తిస్తాము.



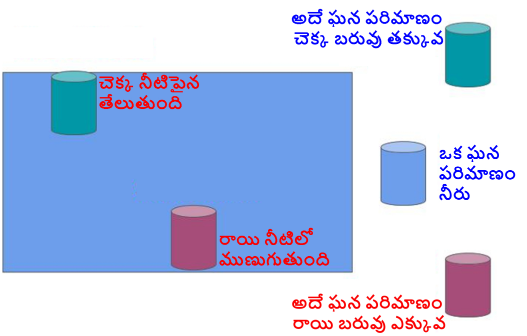


ఇసుకలో రేణువుల మధ్య ఆకర్షణ లేదు. అందుకే ఇసుకలోకి ఒక కర్రపుల్లని తేలికగా దూర్చగలం. బండలోకి దూర్చలేము. ఇసక అవడానికి ఘనపదార్థామే. అయినా ఇసుకతో గోడలూ మేడలూ కట్టలేము. తడిలేని ఇసుక కుప్ప యొక్క వాలు ఇరవై ఐదు డిగ్రీలు మించదని ప్రయోగాలలో తేలింది. అదే తగిన తడి ఉన్న ఇసుకతో సుందర శిల్పాలు తయారుచేయవచ్చు. పొడి ఇసుకలో నడవటమే కష్టం. కొంచెం తడిసిన ఇసుక మీద పరిగెత్తవచ్చు. ఒక నిర్దిష్టమైన పాళ్ళలో మట్టీ నీళ్ళూ కలిస్తే ఊబి ఏర్పడుతుందని ప్రపంచమంతా నమ్ముతుంది. పైగా ఊబిలో అడుగు పెడితే బయటపడటం చాలా కష్టమనీ, ఊబిలో ఈది బయటపడేందుకు పద్ధతి ఉందనీ చాలా కథనాలు ఉన్నాయి. కానీ ప్రయోగశాలలో ఊబి ప్రదర్శన కానీ, ఊబిలో ప్రాణాలు కోల్పోయారు అన్న కథనాలకు రుజువులు కానీ లేవు.

ఇసుక కుప్పలు ఉంటాయి కానీ ద్రవ పదార్థాల కుప్పలు ఉండవు. ఏ ద్రవ పదార్థమైనా ఏ మాత్రం వాలు ఉన్నా పల్లానికి ప్రవహిస్తుంది. నదులు వేలాది కిలోమీటర్ల దూరం ప్రవహించి సముద్రంలో కలుస్తాయి. కానీ సముద్ర మట్టం నుంచీ నది ఎత్తు సగటున ఒక కిలోమీటరుకి ఒక మీటరు మాత్రమే తగ్గుతుంది. ఇది ఎంత తక్కువ వాలో తెలుసుకోటానికి పక్క పేజీలోని చిత్రం లోని వడంబం ఉదాహరణగా తీసుకోవచ్చు. వడంబం ఊపులో చివరికి చేరినప్పుడు దాని ఎత్తు కదలకుండా ఉన్నప్పటికంటే కొంచెం ఎక్కువ. అంటే స్థిరశక్తి కొంచెం ఎక్కువ. ఇది వేగశక్తిగా మారటం వల్ల వడంబం ఊగుతూ ఉంటుంది. ఒక కిలోమీటరుకి



ఒక మీటరు వాలు అంటే ఒక మీటరు పొడుగున్న వడంబాన్ని 2 డిగ్రీల కోణంలో కదపటం. అంటే ఆ వడంబం ఎత్తు కేవలం ఒక మిల్లీమీటరు, అంటే మీటరులో వెయ్యోవంతు పెరిగింది. కానీ ఇంత చిన్న వాలు నది ప్రవహించటానికి చాలు. ఒక బండ ఇంకో బండ బరువు భరించగలదు. కానీ ఏ ద్రవమూ తన బరువే భరించలేదు. అందుకే బల్లపరుపుగా ఉన్న తల మీద కూడా ద్రవం పరచుకుపోతుంది. చెరువులో లేక సముద్రంలో పైపొర నీటిని కింది పొర భరిస్తున్నట్లు కనపడుతుంది. నిజానికి ఈ పొరలన్నిటకీ కింద ఉన్న ఘన పదార్థంతో తయారైన భూమి పొరలు అన్నిటినీ భరిస్తోంది. లోతైన నీటిలో ఒక భాగాన్ని అదే ఘన పరిమాణం గల బండతో మార్చితే కింది చిత్రంలో చూపిన విధంగా అది మునుగుతుంది. అదే బండకి బదులు చెక్కతో





మారిస్తే చెక్క తేలుతుంది. కింద ఉన్న నీరు పైన ఉన్న నీటిని లేదా అంతకంటే తక్కువ బరువు ఉన్న చెక్కని మోయగలదు. అదే ఘన పరిమాణంలో ఉన్న బండ బరువు ఎక్కువ కనుక మోయలేదు. కనుక చెక్క తేలుతుంది, బండ మునుగుతుంది. ఇదే ప్రసిద్ధమైన ఆర్కిమెడిస్ సూత్రం.

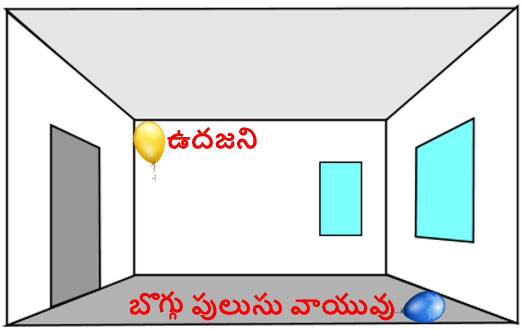
ఇనప సూది నిలువుగా ఉంటే నీటిలో మునుగుతుంది, దానిని బల్లపరుపుగా నీటి మీద ఉంచితే తేలుతుంది. ఈ విచిత్రానికి కారణం ద్రవం యొక్క ఉపరితలం లక్షణానికీ మొత్తం ద్రవం యొక్క లక్షణానికీ ఉన్న తేడా. అలాగే బల్లపరుపుగా ఉన్న తలం మీద ద్రవం అనంతంగా పరుచుకు పోదు. జిగట ఎక్కువ అయిన కొద్దీ ద్రవం పరచుకుపోవటం తగ్గుతుంది.

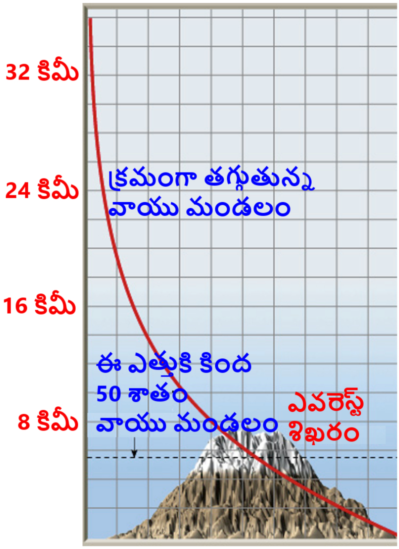
ఘన ద్రవ పదార్థాల లో సూక్ష్మ భాగాలని ఊహించగలం. కానీ వాయు పదార్థాలలో సూక్ష్మ భాగలా? గాలి వేగం ఎక్కువ ఉంటే స్పర్శకి తెలుస్తుంది. ఏద్రైనా చిన్న రంధ్రం నుంచి కాంతి పడుతోంటే ఒక కోణంలో చూసినప్పుడు చిన్న చిన్న రేణువులు కదులుతూ కనపడతాయి. ఇది పైన చిత్రంలో కనపడుతుంది. కానీ ఇవి వాయు పదార్థాల సూక్ష్మ భాగాలు కావు. వాయువులో కదలిక లేకపోతే నెమ్మది నెమ్మదిగా ఈ రేణువులు నేలమీదా ఇతర సమమట్టంగా ఉన్న వస్తువుల మీదా దుమ్ము రూపంలో పేరుకుంటాయి. ఇవికాక వాయు పదార్థాలలో సహజంగానే సూక్ష్మ భాగాలు ఉన్నాయని తెలుసుకోవటం ఎలా?

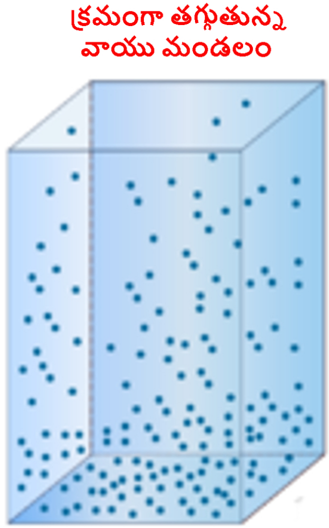
వెనిగర్, వంట సోడా వంటకి ఉపయోగించే వస్తువులు. వాటిని కలిపితే ఒక వాయువు వస్తుంది. దీనిని ఒక రబ్బరు బుడగలో బంధించి దాన్ని బొగ్గు పులుసు వాయువు అందాం. అలాగే తూములు తెరవటానికి వాడే ద్రవంలో వంటకాలని దాచటానికి వాడే అల్యూమినియమ్ రేకు ముంచితే వచ్చే వాయువుని ఇంకో రబ్బరు బుడగలో బంధించి దాన్ని ఉదజని అందాం.

ఈ రెండు బుడగలూ గదిలో వదిలితే కింది చిత్రంలో చూపినట్టు ఉదజని ఉన్న బుడగ పైకప్పు దగ్గరకు చేరుకుంటుంది. బొగ్గు పులుసు వాయువు ఉన్న బుడగ నేల మీద ఉండిపోతుంది. ఆర్కిమెడిస్ సూత్రం ఉపయోగించి సమ ఘనపరిమాణం కల ఉదజని గాలి కంటే తక్కువ బరువు, బొగ్గు పులుసు వాయువు ఎక్కువ బరువు అని తెలుసుకోవచ్చు. ఈ చిన్న ప్రయోగాలతో వాయు పదార్థాలలో కూడా సూక్ష్మ భాగాలు ఉంటాయనీ వాటికీ బరువు ఉంటుందనీ వాటి మీద భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ బలం యొక్క ప్రభావం ఉందనీ తెలుస్తోంది.

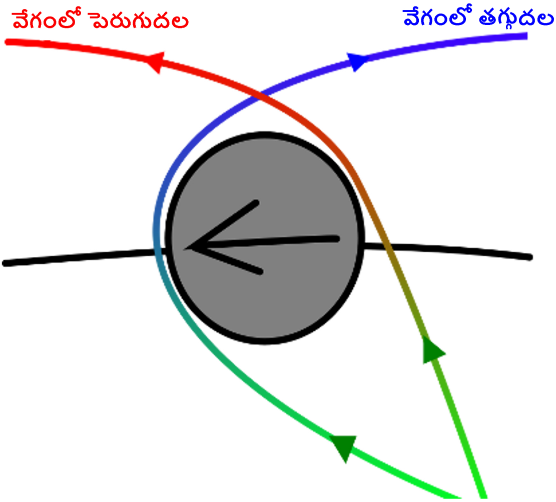
సముద్ర తలానికి ఏడు ఎనిమిది కిలోమీటర్ల కంటే ఎత్తు ఉన్న హిమాలయ పర్వతాలు ఎక్కే వారు, ఎత్తు పెరిగిన కొద్దీ భూమి చుట్టూ ఉన్న వాయు మండలం పలచబడి పోవటం వల్ల ఊపిరి తీసుకోవటానికి చాలా కష్టపడతారు. పక్క పేజీ లోని చిత్రంలో చూపినట్టు ఉన్న వాయువులో యాభై శాతం ఐదు కిలోమీటర్ల ఎత్తుకి కిందే ఉంటుంది.







వాయు పదార్థాలకీ ఘన, ద్రవ పదార్థాలకీ ఒక తేడా తెలుస్తోంది. గురుత్వాకర్షణ బలం వల్ల ఘన ద్రవ పదార్థాలు ఏ అవరోధం లేకపోతే సముద్ర తలానికి చేరుకుంటాయి. వాయు పదార్థాలలో కొంత భాగం మాత్రమే సముద్ర తలానికి దగ్గరగా ఉంటోంది. కాబట్టి వాయు పదార్థాల సూక్ష్మ భాగాలపై గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని వ్యతిరేకించే బలం ఏదైనా ఉండాలి. ఒక రాయికి బలం పెట్టి పైకి విసిరినా దాని వేగశక్తి గురుత్వాకర్షణ బలానికి వ్యతిరేకంగా పనిచేస్తూ కొంత ఎత్తుకి వెళ్ళి మళ్ళీ భూమి మీద పడిపోతుంది. వాయు పదార్థాల సూక్ష్మ భాగాలకి నిరంతరం వేగశక్తి ఎలా వస్తోంది? నక్షత్రాల లోపల గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని నిరోధించి గోళాకారంలో ఉంచే ఉష్ణశక్తే వాయు మండలంలో కూడా పనిచేస్తోంది. ఉష్ణశక్తి వల్ల వాయు పదార్థాలలోని సూక్ష్మ భాగాలకు నిరంతరం వేగం ఉంటుంది. ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతున్న కొద్దీ ఉష్ణ శక్తి పెరుగుతుంది. ఉష్ణోగ్రత సగటు వేగం మాత్రమే నిర్ధారణ చేస్తుంది. కదులుతున్న భాగాలు ఒకదానికి ఒకటి దగ్గరగా వచ్చినప్పుడు వాటి ద్రవ్యవేగాలలో మార్పు వస్తుంది. వేగం తగ్గటం పెరగటం కూడా జరగవచ్చు. స్నూకర్ బంతులలో



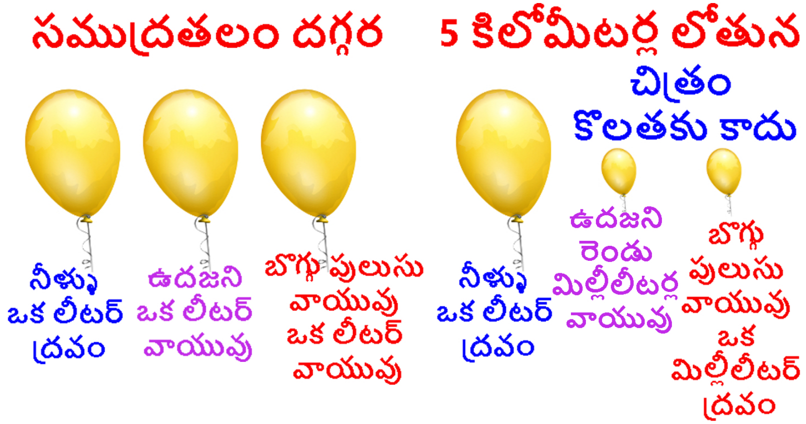
ఈ విధమైన మార్పులు గమనించాము. పైన ఉన్న చిత్రంలో ఈ మార్పులు ఎలా జరుగుతాయో చూడవచ్చు. ఇలాంటి మార్పుల వల్లనే వాయు మండలంలోని సూక్ష్మ భాగాలలో సగటున యాభై శాతమే ఐదు కిలోమీటర్ల కంటే తక్కువ ఎత్తులో ఉంటాయి. సూక్ష్మంగా పరిశీలిస్తే ఉదజని హీలియమ్ అనబడే వాయువుల వేగం ఎక్కువ అవటం వల్ల అవి భూమి గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని లెక్కచేయక రోదసీ లోకి వెళ్లి పోతాయి. ఘన ద్రవ పదార్థాలకీ ఉష్ణశక్తి ఉంటుంది. కానీ సూక్ష్మ భాగాల పరస్పర ఆకర్షణ ఎక్కువ అవటం వల్ల వాటికి వేగశక్తి ఉండదు. ఉష్ణశక్తి వల్ల కంపనమూ ద్రవాలలో కొన్నిసార్లు భ్రమణమూ కలుగుతాయి.

ఘనపదార్థాలు ఒకటితో ఒకటి తేలికగా కలవవు. కొన్ని ద్రవాలు కలుస్తాయి, కొన్ని కలవవు. పాలూ నీళ్లూ కలసినట్లు నీళ్లూ నూనే కలవవు. అన్ని వాయు పదార్థాలూ ఒకటితో ఒకటి కలుస్తాయి. అందుకే దూరంగా ఉన్న పూల వాసన మనదాకా వస్తోంది. వాయు పదార్థాలలో సూక్ష్మ భాగాల మధ్య చాలా ఖాళీ ఉందని తేలికగానే ఊహించవచ్చు.



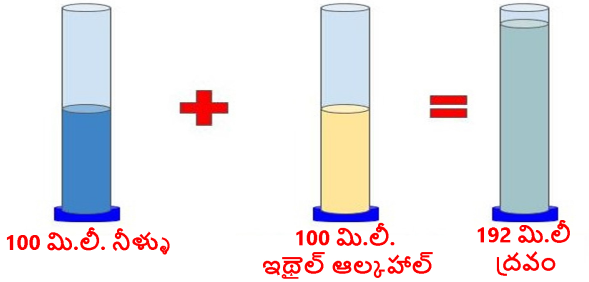
ఉదజని, బొగ్గు పులుసు వాయువు ఉన్న బుడగల ఆకారం స్థిరంగా ఎందుకు ఉంది? దీనికీ ఉష్ణశక్తే కారణం. ఉష్ణశక్తి వల్ల కదులుతున్న వాయు సూక్ష్మ భాగాలు బుడగ ఉపరితలాన్ని లోపల నించీ బయట నించీ కొడుతూ ఉంటాయి. మళ్ళీ ఇక్కడ స్నూకర్ ఆట గుర్తు తెచ్చుకోవాలి. సూక్ష్మ భాగాలు బుడగ ఉపరితలాన్ని కొడుతూ ఉంటే రెండు ఎదురుబొదురు దిశలలో మొత్తం ద్రవ్యవేగం ఉంటుంది. అవి రెండూ సరిసమానంగా లేకపోతే బుడగ ఉపరితలం మీద ద్రవ్యవేగంలో తేడా, అంటే న్యూటన్ సిద్ధాంతం ప్రకారం ఒక బలం ఉంది. ఈ తేడా శూన్యం అయ్యేవరకూ బుడగ ఉపరితలం కదలాలి. అంటే బుడగ పెద్దదో చిన్నదో అవుతుంది. చదరపు మీటరు వైశాల్యంలో ఉన్న బలాన్ని పీడనం ఇంగ్లీష్ లో ప్రెష్షర్ అని నిర్వచించి, తేలిక మాటలలో బుడగ లోపలా బయటా వాయు పీడనం సమంగా ఉంటే బుడగ స్థిరంగా ఒకే ఆకారమూ పరిమాణమూ కలిగి ఉంటుంది అని చెప్పవచ్చు. బుడగని పీపాలో ఉంచి పీపాలో వాయు పీడనం యంత్ర సహాయంతో పెంచిన కొద్దీ పై చిత్రంలో చూపినట్టు బుడగ పరిమాణం తక్కువ అవుతుంది.

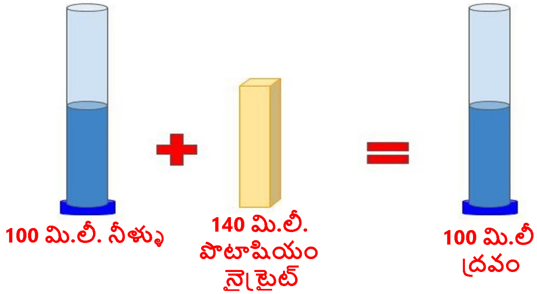
ఒక్కొక్క లీటరు ఘనపరిమాణం గల బుడగలలో ఉదజని, బొగ్గు పులుసు వాయువు, నీళ్ళు, సముద్రతలం దగ్గర నింపి వాటిని సముద్రంలో ఐదు కిలోమీటర్ల లోతుకి తీసుకువెళితే? ఈ ఊహా ప్రయోగంలో అంత లోతుకి వెళ్ళినా వీటి ఉష్ణోగ్రత మారలేదని



అనుకుందాం. పీడనం అంత ఎక్కువ పెరిగినా నీటి బుడగలో ఏ మార్పూ ఉండదు. జాగ్రత్తగా కొలిస్తే ఘనపరిమాణం కోటిలో ఒక వంతు తగ్గుతుంది. ఉదజని బుడగ పరిమాణం రెండు మిల్లీలీటర్లు అవుతుంది. అంటే ఘనపరిమాణం ఐదు వందల రెట్లు తగ్గింది. కానీ ఉదజని వాయువుగానే ఉంటుంది. బొగ్గు పులుసు వాయువు ఉన్న బుడగ పరిమాణం ఒక మిల్లీలీటరు అవుతుంది. పైగా వాయువు ద్రవంగా మారుతుంది. పైన చిత్రం ఈ మార్పులని స్పష్టం చేస్తుంది.

ఈ ప్రయోగ ఫలితాలు ఒక చాలా ముఖ్యమైన విషయాన్ని మనకి తెలియజేస్తాయి. నీళ్లు, ఉదజని బొగ్గు పులుసు వాయువులలో ఉన్న సూక్ష్మ భాగాలు వాటి బరువు లోనే కాక, పరస్పర ఆకర్షణ వికర్షణ లక్షణాలలో భేదిస్తాయి. నీళ్లలోని సూక్ష్మ భాగాల మధ్య బలమైన వికర్షణ ఉంది. అందుకే పీడన అంతగా పెరిగినా ఘనపరిమాణం మారలేదు. అంతకంటే ఉదజని లోని సూక్ష్మ భాగాల మధ్య తక్కువ వికర్షణ ఉంది. అందుకే పీడన పెరిగిన కొద్దీ ఘనపరిమాణం తగ్గిపోయింది. బొగ్గు పులుసు వాయువులో ఉన్న సూక్ష్మ భాగాల మధ్య పీడనం పెరిగినప్పుడు ఆకర్షణ ఏర్పడింది. మళ్ళీ ద్రవంగా మారిన బొగ్గు పులుసు వాయువులో సూక్ష్మ భాగాల మధ్య వికర్షణే ఉంటుంది. ఇక పీడనం పెంచినా





ద్రవం ఘనపరిమాణం తగ్గదు. ఒక, లీటరు వాయువు కేవలం ఒక మిల్లీలీటరు ద్రవంగా మారిందంటే సూక్ష్మ భాగాల మధ్య దూరం పదోవంతు అయింది.

నీళ్ళు "ఇథైల్ ఆల్కహాల్" రెండూ ద్రవాలే ఆశ్చర్యకరంగా, చెరో నూరు మిల్లీలీటర్లూ కలిపితే రెండు వందల మిల్లీలీటర్ల బదులు నూట తొంబై రెండు మిల్లీలీటర్ల ద్రవం తయారవుతుంది. అలాగే నూరు మిల్లీలీటర్ల నీటికి నూటనలభై మిల్లీలీటర్ల వరకూ పొటాషియం నైట్రైట్ అనే రసాయనం కలిపినా నూరు మిల్లీలీటర్ల ద్రవమే కనపడుతుంది. స్పష్టంగా పదార్థాలలోని సూక్ష్మ భాగాల మధ్య విద్యుత్ ఆకర్షణ వికర్షణ బలాల ప్రభావం ఉందనీ, వీటిలో మార్పు చేర్పులను అర్థం చేసుకుంటే అనేకమైన ఆసక్తికరమైన పరిశోధన ఫలితాలు అర్థమౌతాయనీ తెలుస్తోంది. పదార్థాలలోని సూక్ష్మ భాగాలు ఏమిటో ముందు ముందు స్పష్టం అవుతుంది.